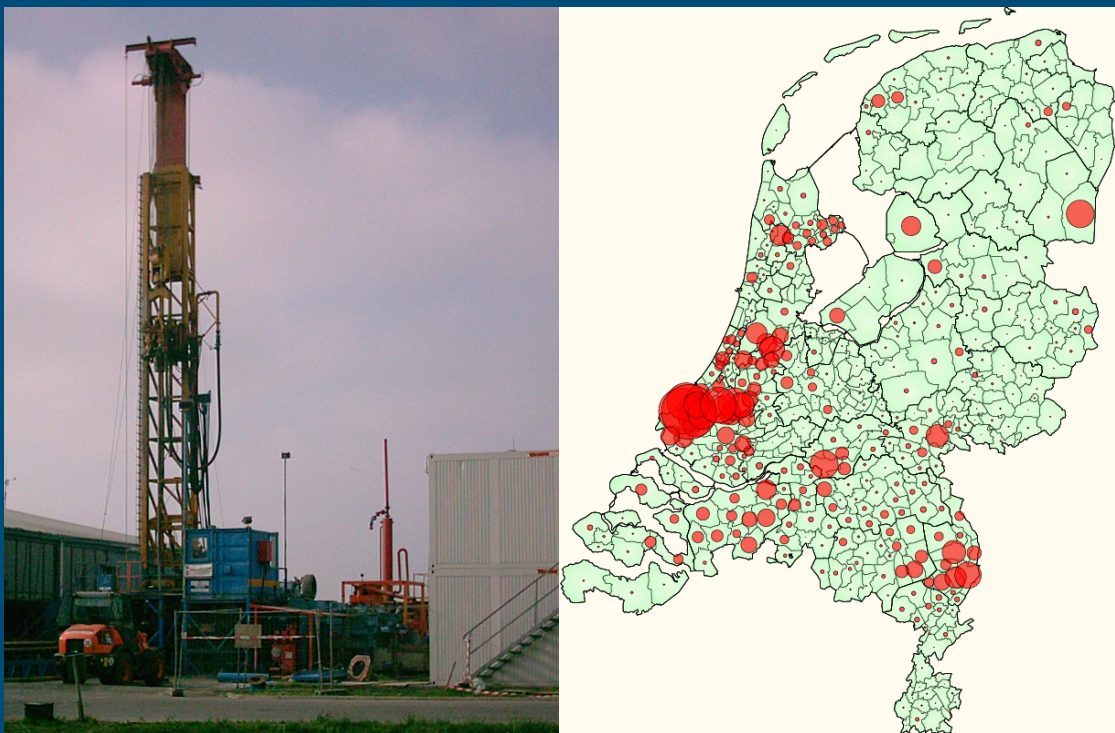


Aardwarmte in de glastuinbouw: duurzame energie met grote energiebesparingspotentie

J.C. Bakker & J. Campen





Aardwarmte in de glastuinbouw: duurzame energie met grote energiebesparingspotentie

J.C. Bakker & J.B. Campen

© 2007 Wageningen, Wageningen UR Glastuinbouw

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enige andere manier zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Wageningen UR Glastuinbouw.

Wageningen UR Glastuinbouw

Adres : Violierenweg 1, 2665 MV Bleiswijk
: Postbus 20, 2665 ZG Bleiswijk
Tel. : 0317 - 48 56 06
Fax : 010 - 522 51 93
E-mail : glastuinbouw@wur.nl
Internet : www.glastuinbouw.wur.nl

Inhoudsopgave

	pagina
Samenvatting	1
1. Inleiding	3
2. Rendabiliteit van aardwarmte in vergelijking met aan aantal andere duurzame-energieopties	5
2.1 Opzet	5
2.2 Onderlinge economische vergelijking van duurzame alternatieven	6
2.2.1 Berekening kosten	6
2.2.2 Resultaten	9
3. Besparingspotentieel bij A + G van den Bosch	11
3.1 Inleiding	11
3.2 Berekeningen november 2005	11
3.3 Aardgasbesparing Van den Bosch	12
4. Aardgasbesparing in cluster Berlikum	15
4.1 Aardgasbesparing voor clusters Berlikum	15
5. Aardwarmtepotentieel op landelijk niveau	17
5.1 Winningsvergunningen	17
5.2 Gebieden met aardwarmte	18
5.3 Gebieden met glastuinbouw	19
5.4 Aardwarmtepotentieel voor bedrijven als Van den Bosch	19
5.5 Aardwarmtepotentieel voor clusters als Berlikum	23
6. Conclusies	25
7. Referenties	27

Samenvatting

Sinds de eerste publicaties over aardwarmte in 2005 is de belangstelling voor toepassing van geothermische energie onder tuinders toegenomen en is vleestomatenkwekerij A + G van den Bosch B.V. overgegaan tot de aanleg van een eerste aardwarmte-doubling in de Nederlandse Glastuinbouw. Bij de ontwikkeling en uitvoering van de plannen is veel kennis beschikbaar gekomen die bijdraagt aan meer duidelijkheid over de voordelen, knelpunten en technische en economische aspecten van aardwarmte.

Update oorspronkelijke vergelijking

Op basis van de nieuwe informatie en het huidige prijspeil is een update gemaakt van de eerdere verkenningen over de haalbare besparing bij toepassing van aardwarmte in de Nederlandse glastuinbouwsector.

Om vergelijking met de resultaten uit 2005 mogelijk te maken zijn de oorspronkelijke uitgangspunten gelijk gehouden met als belangrijkste: maximale benutting van de aardwarmtebron en inzet als basisvoorziening in een cluster van 50 ha. Aardwarmte is (opnieuw) vergeleken met een referentie systeem (warmtevoorziening met ketel en WK waarbij deze gedimensioneerd is op elektriciteitsvraag), en diverse andere duurzame energievoorzieningsopties: verbranding en -vergassing van biomassa, een warmtepomp-systeem met WarmteKracht (WK) en warmteopslag in een aquifer, windenergie en zonnecellen.

De jaarkosten van aardwarmte en de optie Warmtepomp met aquifer zijn onderling vergelijkbaar en liggen voor beide systemen enkele honderdduizenden euro's lager dan voor de optie zonder Duurzame Energie. Ten opzichte van de cijfers van 2005 is de rentabiliteit voor alle aardwarmtevarianten verbeterd.

De extra investeringen voor aardwarmte bedragen ca. 8.5 miljoen ten opzichte van de referentie en ca. 3 miljoen ten opzichte van de situatie Warmtepomp en aquifer. De besparing op fossiele brandstof is voor beide systemen gelijk en is ca. 4.8 tot 8 miljoen m³ aardgas (bij de huidige gasprijs ca. 1.1 tot 1.8 miljoen euro). De hoogste besparing wordt bereikt bij inkoop van CO₂ (bv OCAP) voor de piekvraag. Door de hogere investeringen is de terugverdientijd voor de aardwarmteoptie iets langer dan die voor de warmtepomp optie.

Het oorspronkelijk gehanteerde referentiesysteem (Ketel met WK gedimensioneerd op eigen elektriciteitsgebruik) wijkt af van de huidige praktijk waarbij WK's vaak worden ingezet voor levering van elektriciteit aan het openbare net. Daarom is een globale schatting gemaakt van de kosten van een systeem waarbij de WK gedimensioneerd is op warmtevraag mét teruglevering van de elektriciteit aan het net. De netto jaarkosten voor deze optie zijn ongeveer 4.8 – 5.0 miljoen euro en daarmee vergelijkbaar met die voor aardwarmte. De meerinvesteringen voor een dergelijk systeem voor een cluster van 50 ha liggen echter op 13.5 tot 23 miljoen hoger ten opzichte van de oorspronkelijke referentie en zijn dus ook aanzienlijk hoger dan voor de aardwarmteoptie. De besparingen inclusief elektraverkoop liggen op ca. 3.2 miljoen per jaar.

Energiebesparing bij koppeling van 6MW aardwarmtebronnen aan clusters en individuele bedrijven

De gerealiseerde bron bij Van den Bosch heeft een capaciteit van globaal 6MW en dat is kleiner dan de in eerdere studies gehanteerde 8 tot (theoretisch maximale) 10 MW. Onder de veronderstelling dat 6MW bronnen in heel Nederland gerealiseerd kunnen worden, is berekend wat de potentiële energiebesparing voor de glastuinbouwsector is bij toepassing van dergelijke bronnen.

Bij Van den Bosch is de gasbesparing bij de 6 MW bron, ten opzichte van een gangbaar tomatenbedrijf, 3.550.000 m³ aardgas per jaar. Een deel van deze besparing is echter het gevolg van de extra maatregelen (o.a. schermen, temperatuurregime, inkoop van CO₂) die Van den Bosch genomen heeft om met de beschikbare aardwarmtebron ook de piekvraag te kunnen invullen. Wordt de besparing door aardwarmte berekend ten opzichte van een gangbaar bedrijf dat ook deze extra energiebesparende maatregelen heeft doorgevoerd, dan is de werkelijke extra besparing door aardwarmte 3.060.000 m³ aardgas per jaar, op een oppervlakte van 72500 m².

Om de maximale potentie van aardwarmtebronnen van 6MW te benutten, dat wil zeggen de maximaal haalbare warmte uit de bron te kunnen halen, is per bron een areaal van 40 tot 50 ha (niet belichtende) groentebedrijven van nodig. Bij dat areaal kan 95% tot 98% van het geleverde vermogen van de bron ook daadwerkelijk worden gebruikt. De bijbehorende besparing op aardgas bedraagt dan 5.990.000 respectievelijk 6.180.000 m³ aardgas per jaar, dus ongeveer twee maal zo hoog als bij Van den Bosch.

Het koppelen van een 6MW bron aan een cluster van bedrijven geeft dus méér energiebesparing *per aardwarmtebron*. De problematiek bij gezamenlijke energievoorziening in clusters (zoals vergunningverlening, duurdere infrastructuur, onderlinge afstemming, lastigere procedures etc.) werkt echter sterk vertragend op deze manier van gebruik van aardwarmtebronnen. Koppeling aan individuele bedrijven is daarmee een meer perspectiefvolle route.

Potentiële besparing op landelijk niveau bij aardwarmte-toepassing op individuele bedrijven

Bij de aardwarmtebron van 6MW van Van den Bosch hoort een winningsvergunning die een gebied beslaat van 1,5 x 3 km (450 ha). Dat wil zeggen dat er in de directe omgeving geen (meerdere) andere bronnen kunnen worden aangelegd. De afmeting van het winningsgebied ondergronds kan dus een belemmering zijn voor het maximaal aan te leggen aardwarmtebronnen in een bepaald tuinbouwgebied.

Voor Nederland is als eerste indicatie de potentiële energiebesparing berekend uitgaande van het aansluiten van een maximaal aantal (groente)bedrijven van 7.25 ha met een warmtevraagpatroon vergelijkbaar met dat Van den Bosch. Daarbij is uitgegaan van de huidige glastuinbouwarealen per gemeente in Nederland, het al dan niet aanwezig zijn van aardwarmte, ter plaatse én de afmetingen van de diverse gemeentes. Bij de toepassing van aardwarmte kan namelijk zowel het aantal winningsgebieden als het beschikbare areaal tuinbouw beperkend zijn. Zo is het oppervlak van de gemeente Zaltbommel bijna 8000ha. Daarin kunnen theoretisch 17 winningsgebieden van 450 ha geplaatst worden. Als deze bronnen elk aan een bedrijf van ruim 7 ha gekoppeld worden, kan 123 ha van aardwarmte worden voorzien. Dat valt binnen het totaal aanwezige glastuinbouwareaal in Zaltbommel van 223 ha. Er zijn echter ook gemeentes waarbij het beschikbare areaal verwarmde tuinbouw zeer klein is ten opzichte van het mogelijk aantal winningsgebieden. In dat geval wordt de toepassing en haalbare besparing beperkt door het aanwezige tuinbouw areaal.

Het landelijke energiebesparingspotentieel bij koppeling van individuele bedrijven van ruim 7 ha (in zowel bestaande als nieuwe gebieden) aan bronnen van 6 MW met een winningsgebied van 1,5 x 3,0 km, ligt globaal tussen de 470 en 839 miljoen m³ aardgas per jaar. Bij een jaarlijks energieverbruik van de glastuinbouwsector van ca. 3,6 miljard m³ is dit een besparing op landelijk niveau tussen de 12 en 21%.

Als de kassen in gebieden met aardwarmtepotentie zouden bestaan uit clusters van (niet belichtende) groentebedrijven van 40 tot 49 ha die gekoppeld worden aan bronnen van 6 MW, blijkt de besparing lager: 375 tot 460 miljoen m³ aardgas per jaar. Dit is het gevolg van een vermindering van het aantal gebruikte bronnen doordat gebieden met minder dan 40 ha niet worden meegenomen.

Deze genoemde besparingen zijn indicatief en richtinggevend, en laten zien dat koppeling van aardwarmte aan individuele bedrijven goede perspectieven biedt voor een bijdrage aan de energiebesparingsdoelstelling van de sector.

In de eerdere studie in 2005 werd het energiebesparingspotentieel voor aardwarmte lager ingeschat: (slechts) 192 miljoen m³ aardgas per jaar. Dit komt omdat er toen uitsluitend werd uitgegaan van nieuwbouwggebieden én toepassing bij clusters met een minimum omvang van 50 ha om een maximale benutting van de aardwarmtebron te bereiken.

Uit de verkenning blijkt dat in Nederland een forse energiebesparing bereikt kan worden door toepassing van aardwarmte op individuele, niet belichtende groentebedrijven zoals die van Van den Bosch. Gezien de problematiek bij gezamenlijke energievoorziening in clusters is de verwachting dat versnelling van aardwarmte toepassing primair kan worden bereikt door ondersteuning van toepassing op bestaande en nieuwe (grotere) individuele bedrijven. De grote potentiële energiebesparing in de glastuinbouw rechtvaardigt het formuleren van hierop gericht beleid voor stimulering van aardwarmte als duurzame optie. De verwachting is dat er bij dit beleid vooralsnog geen grote beperking zullen optreden als gevolg van 'concurrerende' aardwarmteboringen.

1. Inleiding

In een aardwarmtestudie uit 2005 (Knies en Bakker, 2005) werd ingegaan op een aantal aspecten rond de toepassing van geothermische energie (aardwarmte) als duurzame energiebron voor de glastuinbouw.

Belangrijk uitgangspunt in de studie was dat tuinders geen aanpassingen zouden hoeven te doen aan hun bedrijfsvoering, als zij de beschikking zouden krijgen over aardwarmte en dus bijvoorbeeld de verwarmingsinstallaties zo min mogelijk zouden afwijken van de gangbare. Uitvloeisel hiervan was dat aardwarmte niet rendabel was als energiebron op relatief kleine bedrijven (-clusters). De hoge investeringskosten die zijn gemoeid met de realisatie van een aardwarmtebron rechtvaardigen niet de relatief beperkte afname van aardwarmte.

Uit de studie bleek dat jaarkosten van een glastuinbouwcluster van 50 ha met een aardwarmtebron van 8 MW voor dekking van de basislast (in de pieken de eigen ketel of WK op aardgas) ongeveer even hoog zijn als die van een even grote cluster die op de gangbare manier wordt verwarmd. Grote knelpunten bij een cluster van 50 ha zijn de hoge kosten voor distributie van aardwarmte binnen de cluster en de inperking van ondernemersvrijheid als tuinders gedwongen worden tot een vorm van samenwerking op het gebied van energiebeheer.

Na het verschijnen van het rapport van de studie in 2005 en van twee vakbladartikelen daarover (Knies en Bakker, 2005a, b en c) is de belangstelling voor aardwarmte onder tuinders sterk toegenomen en is een aantal uitgangspunten, gebruikt bij de studie in 2005, inmiddels gewijzigd.

Vleestomatenkwekerij A + G van den Bosch B.V. onderzocht de haalbaarheid van de toepassing van aardwarmte voor het kascomplex van ruim 7 ha. aan de Petuniaweg 28 in Bleiswijk. Hieruit bleek dat aardwarmte als enige warmtebron op dit bedrijf (dat veel kleiner is dan 50 ha) wel rendabel kan zijn als gevolg van een aantal specifieke aanpassingen in de bedrijfsuitrusting en operationele besturing (Knies en Bakker, 2005d). Inmiddels is Van den Bosch overgegaan tot de aanleg van een aardwarmte-doulet voor het genoemde kascomplex. Bij de ontwikkeling en uitvoering van het plan voor de aanleg van een aardwarmte-doulet bij Van den Bosch is veel kennis beschikbaar gekomen die bijdraagt aan het verschaffen van meer duidelijkheid over de voordelen en knelpunten van deze optie en over de plaats die aardwarmte in technisch en economisch opzicht inneemt tussen de andere duurzame energie-opties.

Voor het Productschap Tuinbouw was dit aanleiding om de toepassingsmogelijkheden van aardwarmte nogmaals onder de loep te laten nemen met de focus op:

1. De rendabiliteit van aardwarmte en een aantal andere duurzame-energieopties, rekening houdend met de nieuwe (kosten)informatie van Van den Bosch en het prijspeil van 2007;
2. De energiebesparing (gas) op een groentebedrijf als Van den Bosch zonder belichting als dat een aardwarmtebron van 6 MW gaat gebruiken voor dekking van de totale warmtevraag (dus ook pieklast);
3. De omvang van een cluster van tuinbouwbedrijven met een samenstelling zoals in het rapport van Knies en Bakker (2005a) beschreven onder 'Berlikum' als die een aardwarmtebron van 6 MW zo goed mogelijk benut en de daarbij behorende besparing op aardgas;
4. Het aardwarmtepotentieel in Nederland als er winningsvergunningen voor aardwarmte zouden worden uitgegeven van 3,0 x 1,5 km aan bedrijven zoals van Van den Bosch of aan clusters zoals Berlikum.

Ad 1.

In het rapport uit 2005 is aangegeven onder welke omstandigheden de toepassing van aardwarmte de meeste kans maakt met als uitgangspunten maximale benutting van de aardwarmtebron en bedrijfsvoering als gangbaar. Daaruit bleek dat glastuinbouwclusters van 50 ha het meest aantrekkelijk zijn. Op basis van deze uitkomst zijn de economische kentallen van de toepassing van verschillende duurzame energieopties vergeleken met de gangbare energievoorziening op glastuinbouwclusters van 50 ha.

De ontwikkelingen sinds 2005 op het gebied van prijzen van energie en apparatuur en de kennis die beschikbaar is gekomen bij het ontwikkelen en uitvoeren van de plannen bij Van den Bosch rechtvaardigen een aanpassing van de berekeningen van de verschillende energievoorzieningsopties.

De economische berekeningen uit 2005 worden herhaald; de prijzen van energie en apparatuur worden aangepast aan het huidige niveau. Hierbij moet worden opgemerkt dat destijds de prijs van een aardwarmtebron en de exploitatiekosten met grote onzekerheden waren omgeven, omdat er in Nederland destijds geen ervaring was opgedaan met het aanleggen van een aardwarmte-doulet. In deze verkenning wordt gebruik gemaakt van prijsgegevens zoals die zijn verstrekt door Van den Bosch.

Ad 2, 3 en 4.

Onderdeel van de studie uit 2005 was het bepalen van het aardwarmtepotentieel in de Nederlandse glastuinbouw. Glastuinbouwclusters van 50 ha met één aardwarmtebron van 8 MW waren daarbij het uitgangspunt. In deze verkenning wordt het potentieel opnieuw berekend, waarbij de uitgangspunten worden aangepast aan de huidige kennis en inzichten.

Dat het bij Van de Bosch mogelijk bleek aardwarmte rendabel toe te passen op een bedrijf van ruim 7 ha, lijkt in strijd te zijn met de conclusie van de studie uit 2005 dat aardwarmte alleen maar rendabel kan worden toegepast op glastuinbouwclusters van 50 ha. De verklaring voor deze schijnbare tegenstelling wordt in hoofdstuk 2 gegeven en hangt sterk samen met de doorgevoerde aanpassingen in de bedrijfsuitrusting.

Nadat gebleken was dat de toepassingmogelijkheden van aardwarmte ruimer zijn dan aanvankelijk verondersteld, is besloten tot een update van de oorspronkelijke rapportage gericht op de vragen:

- (a) Wat is het potentieel voor aardwarmte bij volledige penetratie bij bedrijven zoals die van Van den Bosch (van ruim 7 ha) in de Nederlandse tuinbouwgebieden met een geschikte ondergrond voor toepassing van aardwarmte.
- (b) Hoe groot wordt een cluster van groentebedrijven (als Berlikum, Knies en Bakker, 2005a) bij optimale benutting van een bron als bij Van den Bosch (6 MW) en wat is landelijk de potentiële aardgasbesparing van dergelijke clusters.

2. Rendabiliteit van aardwarmte in vergelijking met aan aantal andere duurzame-energie-opties

In dit hoofdstuk wordt ingegaan op de rendabiliteit van aardwarmte en een aantal andere duurzame-energieopties, rekening houdend met de (kosten)informatie van Van den Bosch en het prijspeil van 2007.

2.1 Opzet

De rendabiliteitsberekeningen zijn uitgevoerd op dezelfde wijze als bij de studie van 2005, dat wil zeggen voor een cluster van 50 ha met een bepaalde samenstelling (zie Tabel 1). Voor een goed begrip, worden hieronder enkele punten toegelicht.

Om te bepalen of aardwarmte kostentechnisch perspectief biedt, zijn de economische aspecten van deze DE-optie vergeleken met die van een traditioneel systeem. Het traditionele systeem bestaat uit een ketel als basiswarmtevoorziening en een WKK op aardgas die uitsluitend wordt ingezet voor de eigen elektriciteitsproductie, dus zonder teruglevering aan het net. Voor een uitgebreide beschrijving wordt verwezen naar bijlage 5 van het rapport Aardwarmte als duurzame warmtebron in de glastuinbouw uit 2005 van Knies en Bakker. Het traditionele systeem is gehanteerd als referentie voor een aantal andere DE-opties en wel:

- verbranding van biomassa;
- een warmtepomp (WP) aangedreven door WarmteKrachtkoppeling (WK);
- een WP aangedreven door elektriciteit opgewekt door een windmolen;
- een WP aangedreven door elektriciteit uit fotovoltaïsche zonnecellen(PV);
- vergassing van biomassa.

Daarmee wordt naast aardwarmte de hoofdlijn uit de energietransitie gevolgd: vervanging van fossiele brandstof als brandstof voor de WK/Warmtepomp combinatie: biomassa, wind of fotovoltaïsch.

Net als in de studie uit 2005 is gekozen voor een zelfde aandeel DE voor alle opties. De bijdrage die een aardwarmtebron van 8 MW levert is daarbij leidraad geweest. De hoeveelheid duurzame energie en de besparing van fossiele brandstof is afhankelijk van de samenstelling van het cluster en het al dan niet gebruik van externe CO₂. In de berekeningen zijn twee 'soorten' CO₂ onderscheiden. Een aanzienlijk deel van de CO₂-vraag van een kas kan worden gedekt door CO₂ uit ketel en WK te gebruiken, die wordt geproduceerd op de momenten dat er warmte- en/of elektriciteitsvraag is. Dit deel wordt basis-CO₂ genoemd.

De aanduiding top-CO₂ wordt gebruikt voor de CO₂ die nodig is als er geen of onvoldoende basis-CO₂ beschikbaar is. De top-CO₂ kan binnen de cluster worden geproduceerd (met ketel waarbij als bijproduct warmte vrijkomt) of van buiten de cluster worden betrokken.

De warmte die vrijkomt bij de productie van top-CO₂ in de cluster en doorgaans wordt opgeslagen in een warmtebuffer, verdringt de inzet van DE. Om het effect van de inkoop van top-CO₂ te bepalen is gekozen voor varianten met en zonder inkoop.

In de situatie waarbij binnen de cluster de top CO₂ zelf wordt opgewekt is dit ongeveer 150 TJ per jaar (vgl. 4.8 x 10⁶ m³ aardgas) en in de situatie waarbij de top CO₂ wordt ingekocht (bv via OCAP) is de hoeveelheid duurzame energie ca. 245 TJ per jaar (ongeveer 8 x 10⁶ m³ aardgas).

In de rendabiliteitsberekeningen zijn het verbruik van aardgas en CO₂ verwerkt. Deze verbruiken, die in 2005 met behulp van het kassimulatiemodel KASPRO zijn berekend, zijn in ongewijzigde vorm overgenomen.

Er is gekozen voor twee clusters: 'Berlikum' en 'Z-HGD' (Zuid-Hollands glasdistrict) van 50 ha kassen. De samenstelling van de modelclusters is gespecificeerd in Tabel 1.

Tabel 1. Samenstelling modelclusters.

gewas	groeilicht	'Berlikum'	'Z-HGD'
tomaat	nee	40%	20%
komkommer	nee	25%	15%
paprika	nee	25%	15%
ficus	nee	10%	10%
chrysant	35 W/m ²	-	20%
roos	60 W/m ²	-	20%

Uitgaande van de bovengenoemde hoeveelheid duurzame energie is bepaald hoe de volgorde is van de diverse alternatieven. Er is daarbij bewust gekozen voor een referentie vergelijkbaar met die uit de rapportage van 2005 om de invloed van de veranderde energieprijzen te kunnen beoordelen.

In de huidige praktijk worden WK's vaak ingezet voor levering van elektriciteit aan het openbare net. De dimensionering van de WK en de momenten van teruglevering en de daaraan gekoppelde vergoedingen zijn echter zeer divers waarmee het onmogelijk is om op basis van de situatie: WK met teruglevering aan het net, een gefundeerde keuze te maken als referentie.

2.2 Onderlinge economische vergelijking van duurzame alternatieven

2.2.1 Berekening kosten

In de economische vergelijking zijn de investerings- en jaarkosten van de energievoorzieningsapparatuur voor de clusters berekend. Daarbij is de apparatuur opgesteld in energiecentra (ketelhuizen) op de deelnemende bedrijven. De aardwarmtebron, de biomassaketel, de aquifer voor lange termijn (LT) warmteopslag en de windmolen zijn collectieve voorzieningen die zijn ondergebracht in of bij een centraal energiecentrum. De componenten waaruit de installaties voor de verschillende energievoorziening opties zijn opgebouwd zijn weergegeven in Tabel 2. In elk van de opties is een warmtebuffer voor korte termijn opslag opgenomen. De kosten daarvan zijn buiten de berekeningen gelaten; deze zijn voor alle opties gelijk.

Tabel 2. Installatiecomponenten per energievoorzieningsoptie.

type energievoorziening	ketel aardgas	WK	aardwarmtebron	ketel biomassa	aquifer LT warmteopslag	WP	windturbine	PV	vergasser biomassa	leidingen transport en distributie verwarmingswater
geen DE = referentie	x	x *								
WP + aquifer	x	x			x	x				
aardwarmte	x	x	X							x
	x	x	X							
verbranding biomassa	x	x		x						x
	x	x		x						
vergassing biomassa	x	x							x	
windmolens	x				x	x	x			
PV	x				x	x		x		

* De WK wordt hier alleen ingezet voor de eigen elektriciteitsvraag en is niet gedimensioneerd voor warmtelevering.

Bij de energievoorzieningsopties 'aardwarmte' en 'verbranding biomassa' moet het warme water vanuit het centrale energiecentrum worden gedistribueerd naar de deelnemende bedrijven. Omdat de kosten hiervan relatief hoog zijn (Knies en Bakker, 2005a), vormen zij een factor van belang bij de bepaling van de rendabiliteit. Het hangt van de omstandigheden af of (al) deze kosten dienen te worden toegerekend aan de toepassing van DE. Omdat in een tuinbouwgebied als Bergerden, ook zonder toepassing van DE, gebruik wordt gemaakt van een transport- en distributienet voor warmte, is het goed te verdedigen dat de kosten niet, of maar voor een deel hieraan worden toegerekend. Er is in de economische berekening bij 'aardwarmte' en 'verbranding biomassa' gekozen voor twee (sub)varianten: zonder en met transport- en distributiekosten.

De jaarkosten zijn opgebouwd uit:

- afschrijving op investeringen
- rente
- onderhoud
- inkoop aardgas
- inkoop CO₂ (bij varianten met inkoop van CO₂)
- inkoop biomassa (bij varianten verbranden en vergassen biomassa)

In deze verkenning is t.o.v. 2005 een aantal parameters in de berekeningen aangepast:

- de prijs van aardgas is gebracht op € 0,225 per m³ (commodity en transport); deze prijs was (2005) € 0,15 per m³
- prijzen van kapitaalgoederen 104% van die in 2005 (inflatiecorrectie)
- kosten van een aardwarmtebron € 5.750.000 (Van den Bosch, 2007)
- onderhoudskosten aardwarmtebron € 20.000 per jaar (Van den Bosch, 2007)

Opmerking: Schatting kosten aardwarmte ten opzichte van inzet WK's met teruglevering aan het openbare net.

Deze verkenning is niet gericht op het bepalen van het economisch optimum voor een individueel bedrijf of cluster, maar uitsluitend op vergelijking van aardwarmte met een aantal andere, meest economisch haalbare duurzame opties.

Omdat in de huidige praktijk WK's vaak worden ingezet voor levering van elektriciteit aan het openbare net, leeft de vraag in hoeverre aardwarmte een rendabel alternatief is ten opzichte van deze huidige praktijk. Daarom is een globale schatting gemaakt van de kosten van een systeem waarbij de WK gedimensioneerd is op warmtevraag mét teruglevering van de elektriciteit aan het net, voor een 50 ha cluster 'Berlikum' (Knies en Bakker, 2005). Het totaal gasverbruik per jaar zonder Duurzame Energie is voor een dergelijke cluster ca. 22 miljoen m³ (via de ketel en de WK voor eigen elektra opwekking).

Als de vergelijkbare hoeveelheid warmtevraag via WK's (met een thermisch rendement van ca. 55%) zou moeten worden geleverd, zou hierbij 41 miljoen m³ gas worden verbruikt. Dit vraagt een WK installatie van ca. 42 MW thermisch en ca. 30 MW elektrisch (opmerking: de grootste nu beschikbare WK's hebben een elektrisch vermogen van ca. 5-6 MW).

Bij aansturing van de WK's op warmtevraag en een elektrisch rendement van 40-42% levert dit op jaarbasis een verkoopbare elektriciteitproductie op van 145 miljoen kWh per jaar. Dit is het verschil tussen de opgewekte hoeveelheid en het eigen gebruik. De investeringslasten voor een WK installatie met deze omvang zijn ca. 20-25 miljoen euro (500 euro per kW elektrisch + 250 euro per kW elektrisch voor de rookgasreiniger). Rekening houdend met de afschrijvingen (10% per jaar), rentecomponent, onderhoud (0.8 eurocent per kWh), een gasprijs van 22.5 eurocent m³ en een (gemiddelde) teruglever vergoeding van 6 eurocent per kWh, komen de jaarkosten voor de energievoorziening van de cluster met WKK en teruglevering op ongeveer 4.5 Miljoen euro en zijn daarmee vergelijkbaar met die voor aardwarmte (zie Tabel 3).

Berekening:

Bij jaarlijkse kapitaallasten van 12.5% v.d. investering (10% afschrijving + rentecomponent). Zijn de vaste jaarkosten voor de WK's $22.5 \text{ M€} * 0.125 = 2.8 \text{ M€}$. De totale gaskosten van de cluster zijn $41 \text{ mln m}^3 \text{ à } 0.225 = 9.23 \text{ M€}$. De netto inkomsten uit elektra zijn $6 \text{ cent} - 0.8 \text{ cent (onderhoud)} = 5.2 \text{ cent per kWh}$. De inkomsten uit elektra zijn dus $145 \text{ mln kWh} * 5.2 \text{ ct} = 7.5 \text{ M€}$. De jaarkosten voor de verwarming van het complex zijn dus $9.23 + 2.8 - 7.5 = 4.5 \text{ M€}$ per jaar.

Voor een individueel bedrijf moet echter een op maat gesneden berekening worden gemaakt om het bedrijfseconomische optimum te kunnen bepalen. Daarbij speelt naast de hier genoemde afweging ook het feit dat veel bedrijven op de energiemarkt handelen met hun beschikbare opwekkingscapaciteit waardoor een totaal ander economisch plaatje kan ontstaan.

In het licht van de duurzaamheids doelstelling en het verminderen van de CO₂ emissie met 30% of zelfs 45% in 2020 ten opzichte van 1990, is de implementatie van duurzame energie in combinatie met een verdergaande besparing van het eigen gebruik echter onontkoombaar.

Eén van de instrumenten van de overheid om energiebesparing en toepassing van duurzame energie te bevorderen is subsidie. Het effect van een subsidie van 25% op de investeringskosten van een aardwarmtebron, is als variant in de berekeningen opgenomen.

2.2.2 Resultaten

De resultaten van de berekeningen zijn weergegeven in Tabel 3 en Tabel 4.

Tabel 3. Investerings- en jaarkosten van installaties voor toepassing van duurzame energie voor een cluster van 50 ha in Berlikum.

top-CO ₂ ¹⁾ ►		uit cluster				inkoop			
kosten ►		per jaar		investeringen		per jaar		investeringen	
	²⁾	k€	index	k€	index	k€	index	k€	index
geen DE	x	5.000	100	1.700	100	6.400	100	1.700	100
WP + aquifer	x	4.700	94	7.600	445	5.400	85	7.600	445
aardwarmte	T	4.800	96	10.570	622	5.500	86	10.600	622
aardwarmte	x	4.600	93	8.490	499	5.400	84	8.500	499
aardwarmte ³⁾	T	4.600	93	9.130	537	5.400	84	9.100	537
verbranding biomassa	T	5.200	104	6.300	369	6.400	100	6.300	369
vergassing biomassa	x	6.100	123	10.900	643	7.300	113	10.900	643
windmolen	x	6.500	130	22.000	1.292	8.500	133	32.700	1.920
PV	x	optie niet realistisch							

Zie voor verklaring noten Tabel 4.

Tabel 4. Investerings- en jaarkosten van installaties voor toepassing van duurzame energie voor een cluster van 50 ha in het Zuid-Hollands glasdistrict.

top-CO ₂ ¹⁾ ►		uit cluster				inkoop			
kosten ►		per jaar		investeringen		per jaar		investeringen	
	²⁾	k€	index	k€	index	k€	index	k€	index
geen DE	x	6.200	100	4.700	100	7.300	100	4.700	100
WP + aquifer	x	5.900	96	10.500	226	6.300	87	10.500	226
aardwarmte	T	6.000	97	13.540	290	6.400	88	13.500	290
aardwarmte	x	5.900	95	11.460	245	6.300	86	11.500	245
aardwarmte ³⁾	T	5.900	95	12.100	259	6.300	86	12.100	259
verbranding biomassa	T	6.400	103	9.200	198	7.200	100	9.200	198
vergassing biomassa	x	7.300	119	13.900	298	8.100	112	13.900	298
windmolen	x	10.500	170	49.900	1.068	12.200	168	60.900	1.304
PV	x	optie niet realistisch							

¹⁾ Onder top CO₂ wordt verstaan CO₂ die nodig is als er geen of onvoldoende basis-CO₂ beschikbaar is (zie ook paragraaf 2.1).

²⁾ Transport- en distributiekosten niet (x) of wel (T) inbegrepen.

³⁾ Subsidie op aardwarmtebron 25%.

De aanpassingen (zie 2.2.1) blijken te resulteren in lagere jaarkosten (t.o.v. 2005) voor de aardwarmteoptie. De jaarkosten van aardwarmte zijn voor het geval dat de top-CO₂ wordt geproduceerd uit aardgas binnen de cluster, 3 tot 7%-punten lager dan die van de optie zonder DE en bij inkoop van top-CO₂, 13 tot 16 procentpunten lager. De optie WP + aquifer profiteert in min of meer dezelfde mate van de aanpassingen en vormt nu samen met aardwarmte kostentechnisch een aantrekkelijk alternatief voor de gangbare vorm van energievoorziening zeker als top-CO₂ wordt ingekocht.

Wellicht ten overvloede: de conclusies gelden net als die uit 2005 (Knies en Bakker, 2005a) voor clusters van 50 ha met een aardwarmtebron van 8 MW en een bedrijfsvoering die op geen enkele wijze is aangepast aan aardwarmtegebruik.

3. Besparingspotentieel bij A + G van den Bosch

3.1 Inleiding

Zoals eerder aangegeven, vatte het bedrijf A + G van den Bosch B. belangstelling op voor de toepassing van aardwarmte. Het bedrijf met een omvang van 7,25 ha besloot op basis van de resultaten van een haalbaarheidsonderzoek, om over te stappen op aardwarmte als enige warmtebron. Uit de voorstudie kwam naar voren dat verwacht kon worden dat de capaciteit van de aardwarmtebron tussen 3,5 en 6 MW zou zijn. De vraag is daarbij hoe hoog de energiebesparing (gas) op een groentebedrijf is (vergelijkbaar met dat van Van den Bosch, d.w.z. zonder belichting) bij gebruik van een aardwarmtebron van 6 MW voor dekking van de totale warmtevraag (dus ook pieklast).

Een simpele rekensom leert dat een bron met een dergelijke capaciteit voor een tomatenbedrijf van 7,25 ha gelijk staat aan een capaciteit tussen 48 en 83 W/m² kas. Dat is veel lager dan voor een gangbaar tomatenbedrijf, waar een verwarmingscapaciteit van 140 W/m² kas of meer gebruikelijk is.

Om met deze lagere verwarmingscapaciteit toch in de warmtebehoefte van de teelt te kunnen voorzien heeft Van den Bosch besloot de volgende maatregelen genomen:

- toepassing van een beweegbaar scherm
- toepassing van een vast foliescherm (zoals bij paprika gebruikelijk) gedurende de koudste wintermaanden
- toepassing van een grote warmtebuffer (200m³ per ha) met bijpassende regeling
- inkoop van CO₂

In het vervolg wordt deze set van maatregelen aangeduid als: 'energiebesparend'. Strikt genomen is dat niet juist: het toepassen van een grote warmtebuffer is niet energiebesparend. Met een grote buffer kan (een deel van) de piekvraag worden gedekt. Een grote buffer draagt daarmee bij aan een betere benutting van een aardwarmtebron. Onder betere benutting wordt verstaan dat een groter deel van de warmte die een aardwarmtebron bijvoorbeeld per jaar kan leveren, nuttig wordt gebruikt.

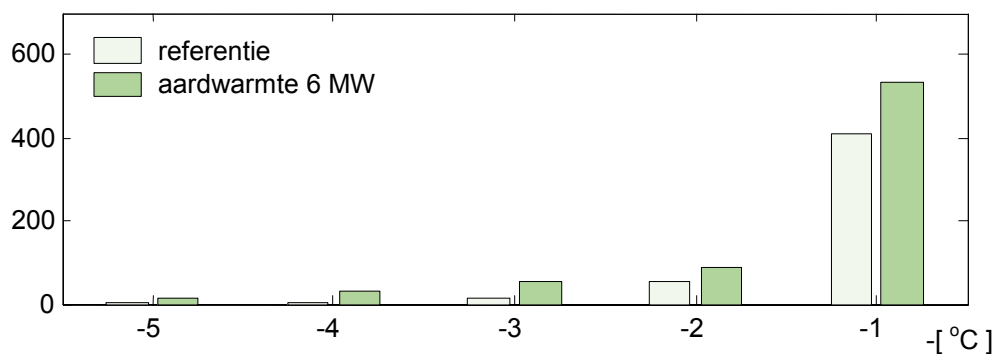
3.2 Berekeningen november 2005

In november 2005 is door A&F (de groep Greenhouse Technology, nu onderdeel van Wageningen UR Glastuinbouw) een aantal berekeningen uitgevoerd, waarbij in één variant de beoogde situatie bij Van den Bosch model stond (Knies en Bakker, 2005d). Kenmerkend daarvoor zijn:

- (1) een bron van 6 MW,
- (2) een buffer van 200 m³ per ha,
- (3) een bijpassende bufferregeling en
- (4) gebruik van een beweegbaar scherm.

De variant 'Van den Bosch' werd vergeleken met een variant met parameters voor een gangbaar vleestomatenbedrijf (dus zonder aanpassingen en met een ketel met een capaciteit van 140 W/m²).

Uit de berekeningen bleek dat het in de variant Van den Bosch goed mogelijk is om het gewenste klimaat in de kas te realiseren, maar dat het aantal uren dat de setpointtemperatuur van de kaslucht niet gehaald kan worden, wat hoger is dan in de variant 'gangbaar vleestomatenbedrijf'. Dit wordt geïllustreerd in Figuur 1.



Figuur 1. Aantal uren per jaar dat kasluchttemperatuur ligt onder het setpoint (Knies en Bakker, 2005d).

3.3 Aardgasbesparing Van den Bosch

Na lezing van het voorgaande is duidelijk dat het antwoord op de vraag 'hoe hoog is de besparing op aardgas op een bedrijf als dat van Van den Bosch, als dat een aardwarmte gaat gebruiken voor dekking van de totale warmtevraag?' complexer is dan op het eerste gezicht lijkt. Zonder aanpassingen op bedrijfsniveau is de capaciteit van een aardwarmtebron met een vermogen van 6 MW niet toereikend. Dat betekent dat toepassing van aardwarmte als enige warmtebron automatisch inhoudt dat er voorzieningen moeten worden getroffen om dit te kunnen realiseren (zie ook paragraaf 3.1).

Een standpunt zou kunnen zijn dat het treffen van dergelijke energiebesparende maatregelen en toepassing van aardwarmte als enige warmtebron, als een 'package deal' moeten worden beschouwd. Daarbij zou de aardgasbesparing moeten worden berekend ten opzichte van een gangbaar bedrijf.

Aan de andere kant is ook verdedigbaar dat energiebesparingsmaatregelen en toepassing van aardwarmte los van elkaar gezien moeten worden. Ondernemers kunnen, los van het gebruik van aardwarmte, kiezen voor invoering van de genoemde energiebesparende maatregelen, omdat deze, afhankelijk van de balans van kosten en baten, kunnen leiden tot kostenbesparing. Op basis van dit standpunt zou de besparing op aardgasverbruik door aardwarmte moeten worden bepaald ten opzichte van een gangbaar bedrijf dat bovengenoemde maatregelen wél heeft getroffen.

Omdat beide standpunten verdedigbaar zijn, is ervoor gekozen om de besparing te berekenen ten opzichte van:

- (1) een gangbaar tomatenbedrijf en
- (2) een bedrijf dat al energiebesparingsmaatregelen heeft genomen.

Bij het vaststellen van de besparing (zie Tabel 5), zijn de resultaten gebruikt van berekeningen met KASPRO die eerder werden gedaan voor Van den Bosch (Knies en Bakker, 2005d). Er is rekening gehouden met het energieverbruik van de pompen die het water uit de ondergrond naar boven brengen en weer terugvoeren (Van den Bosch, 2007).

Tabel 5. Besparing op aardgas bij toepassing aardwarmte op bedrijf als van Van den Bosch.

vleestomatenbedrijf		gangbaar	met energiebesparing
gasverbruik	m ³ per jaar per 7,25 ha	3.850.000	3.360.000
energieverbruik bronpompen ¹⁾	m ³ per jaar per 7,25 ha	300.000	300.000
netto besparing	m ³ per jaar per 7,25 ha	3.550.000	3.060.000
netto besparing per ha	m ³ per jaar per ha	490.000	423.000

¹⁾ Omgerekend naar gasverbruik bij de elektriciteitscentrale.

Onder 'gangbaar' wordt verstaan een bedrijf dat geen energiebesparende maatregelen heeft genomen om toepassing van aardwarmte beter haalbaar te maken. Dus geen scherm(en), geen inkoop van CO₂ en een geen vergrote warmtebuffer. De aanduiding 'met energiebesparing' heeft betrekking op bedrijven die deze maatregelen wel genomen hebben.

De benuttingsgraad van de aardwarmtebron bij een bedrijf als van Van den Bosch bedraagt 55%. Dat wil zeggen dat jaarlijks 55% van de energie die een aardwarmtebron zou kunnen leveren, wordt benut. Het niet benutte deel van de warmte is beschikbaar in perioden met beperkte warmtevraag, dus op momenten dat de warmtevraag van het bedrijf totaal lager is dan 6 MW, (deze periode wordt hieronder als 'zomer' aangeduid). Op tuinbouwbedrijven is ook 's zomers vraag naar warmte maar die is per oppervlakte-eenheid zo beperkt dat alleen een grote cluster van bedrijven het overschot zou kunnen benutten (Knies en Bakker, 2005a). Het is sterk de vraag of het economisch haalbaar is om voor de verdeling van een beperkte hoeveelheid warmte over bedrijven in een cluster een (duur) transport en distributienet aan te leggen. Met modelberekeningen kan het verband kunnen worden bepaald tussen de grootte van een cluster dat gebruik maakt van het warmteoverschot van een bedrijf als dat van Van den Bosch en de benuttingsgraad van een aardwarmtebron. Aan de hand van deze relatie zou een economische afweging kunnen worden gemaakt. Deze verdere optimalisatie is binnen deze verkenning echter niet gemaakt.

Voor alle duidelijkheid wordt vermeld dat Van de Bosch het vermogen van de aardwarmtebron (in zekere mate) kan regelen en dus kan aanpassen aan de warmtevraag. Zolang er 's zomers bij gebrek aan vraag naar warmte (vrijwel) geen formatiewater wordt opgepompt, is het warmteoverschot latent.

De warmtebron bij van Van den Bosch heeft naar verwachting een vermogen van 6 MW. Dit vermogen wordt bepaald door het verschil tussen aanvoer en retourtemperatuur. Tot dusver is impliciet aangenomen dat dit temperatuurverschil 40°C bedraagt. Door vergroten van het temperatuurverschil, bijvoorbeeld door het retourwater uit de kas te gebruiken als warmtebron voor een warmtepomp, kan het vermogen van de bron worden verhoogd. Verhogen van het temperatuurverschil heeft op de absolute exploitatiekosten van de aardwarmtebron geen invloed, uiteraard wel op de kosten van de energievoorzieningsinstallatie waaraan een warmtepomp moet worden toegevoegd. Het verdient aanbeveling om na te gaan hoe het opvoeren van het vermogen van een aardwarmtebron door toepassing van een warmtepomp in economisch opzicht uitpakt.

Eerder is opgemerkt dat de eerdere resultaten uit 2005 in tegenspraak lijken te zijn met het feit dat het mogelijk bleek aardwarmte rendabel toe te passen op het bedrijf van Van de Bosch van ruim 7 ha. De verklaring voor deze schijnbare discrepantie ligt in de bereidheid van Van den Bosch om vergaande energiebesparende maatregelen te nemen én het risico van (veel) meer uren met een temperatuuronderschrijding te accepteren (zie 3.2). In de studie van 2005 is uitgegaan van een gangbare bedrijfsvoering en die belemmert het behalen van een hoge benuttingsgraad bij het gebruik van alleen een aardwarmtebron.

4. Aardgasbesparing in cluster Berlikum

In de studie van 2005 is het aardwarmtepotentieel voor de Nederlandse glastuinbouw berekend met een model aardwarmtebron van 8 MW en tuinbouwclusters van 50 ha.

Nu bij Van den Bosch blijkt dat de aardwarmtebron daar bij een grote uitkoeling maximaal 6 MW levert, is er voor gekozen het vermogen van de modelbron in deze berekeningen ook op 6 MW te brengen.

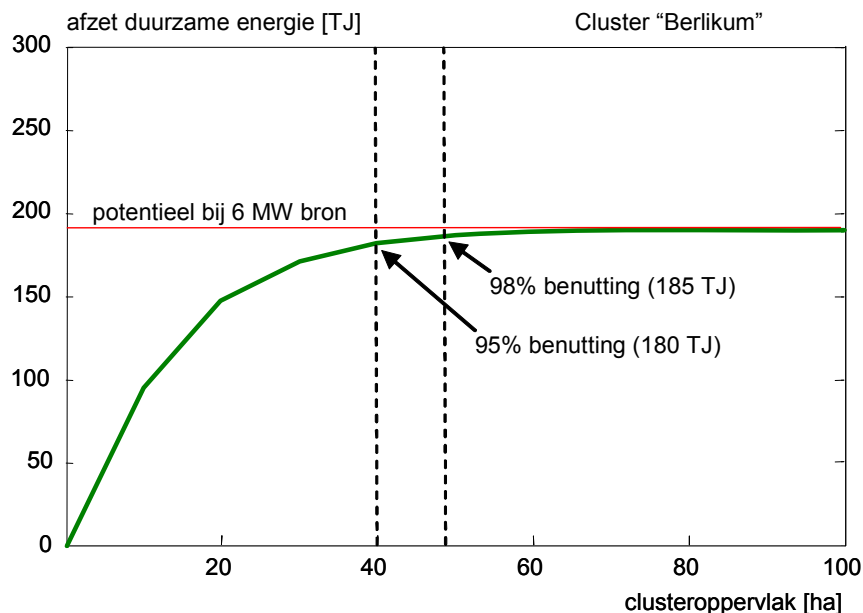
Opgemerkt dient te worden dat de keuze voor 6 MW is gebaseerd op ervaring met maar één boring. Factoren die mede van invloed zijn op het bronvermogen (de permeabiliteit van de watervoerende laag die in belangrijke mate het brondebiet bepaalt en de temperatuur in de watervoerende laag) kunnen van plaats tot plaats sterk verschillen. De schatting van het aardwarmtepotentieel zal betrouwbaarder worden als er meer informatie over aardwarmteboringen beschikbaar komt.

Bij een beperkte aardwarmtebron komt nu de vraag aan de orde: Wat is de omvang van een cluster van tuinbouwbedrijven met een samenstelling zoals Berlikum als deze cluster een aardwarmtebron van 6 MW zo goed mogelijk benut en hoe groot is de daarbij behorende besparing op aardgas?

4.1 Aardgasbesparing voor clusters Berlikum

Uit de studie van 2005 is gebleken dat het jaarlijkse energieaanbod van een aardwarmtebron van 8 MW voor 98% benut kan worden als het wordt gebruikt voor verwarming van een Berlikum-cluster van 50 ha en de top-CO₂ wordt ingekocht.

In deze verkenning (2007) wordt een broncapaciteit aangehouden van 6 MW. Daarmee verandert de samenhang tussen (1) het areaal dat met aardwarmte bediend wordt, (2) het energieaanbod van de bron en (3) het warmtegebruik. Deze samenhang is herberekend en de resultaten zijn weergegeven in Figuur 2.



Figuur 2. Benutting van 6 MW aardwarmtebron als functie van het clusteroppervlak.

Bij een gelijke benuttingsgraad van 98% wordt het clusteroppervlak 49 ha. Uit Figuur 2 blijkt dat bij een clusteroppervlak van 40 ha de benuttingsgraad met 95% maar weinig lager uitvalt. In Tabel 6 is te zien dat dit een gunstig effect heeft op de bijdrage die aardwarmte kan leveren aan besparing op aardgas per eenheid van kasareaal.

Tabel 6. Aardgasbesparing voor verschillende clusteroppervlakken.

clusteroppervlak	[ha]	49	40
brongcapaciteit	[MW]	6	6
jaarlijks energieaanbod	[TJ]	189	189
warmtegebruik	[TJ]	185	180
benuttingsgraad van de aardwarmtebron	[%]	98	95
aardgas besparing voor cluster	[m ³ j ⁻¹]	6.180.000	5.990.000
aardgas besparing per hectare	[m ³ ha ⁻¹ j ⁻¹]	126.000	150.000

5. Aardwarmtepotentieel op landelijk niveau

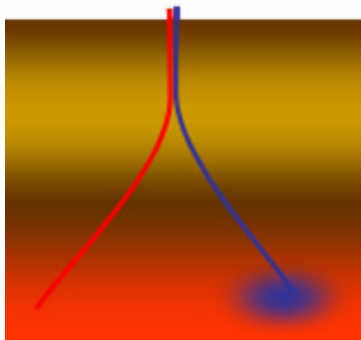
In de studie van 2005 is uitgegaan van de toepassing van aardwarmtebronnen bij nieuwbouwclusters met een omvang van 50 ha. Daarbij is rekening gehouden met een nieuwbouwareaal van ca. 500 ha per jaar en de aanwezigheid van aardwarmte in die gebieden waar ook tuinbouwuitbreiding wordt gerealiseerd. De resultaten bij Van den Bosch hebben geleid tot een ander inzicht: toepassing van aardwarmte ook op bestaande en kleinere bedrijven. Inmiddels is ook nadere informatie van TNO NITG beschikbaar gekomen over de gebieden met aardwarmtepotentie. De potentiële bijdrage van aardwarmte voor de Nederlandse Glastuinbouw is daarom opnieuw geschat uitgaande van deze nieuwe gegevens en de veronderstelling dat er winningsvergunningen voor aardwarmte zouden worden uitgegeven van 3,0 x 1,5 km aan bedrijven, zoals dat van Van den Bosch, of aan clusters als Berlikum.

5.1 Winningsvergunningen

De Mijnbouwwet van 31 oktober 2002 heeft betrekking op de winning en opsporing van delfstoffen en aardwarmte. Om aardwarmte te mogen winnen, dient in eerste instantie een opsporingsvergunning te worden verkregen. Onder het opsporen van aardwarmte wordt verstaan: het doen van onderzoek naar de aanwezigheid van aardwarmte, dan wel naar nadere gegevens op dat gebied, met gebruikmaking van een boorgat. Om aardwarmte te kunnen gaan toepassen dient na een succesvolle opsporing een winningsvergunning te worden verworven.

Van den Bosch heeft twee opsporingsvergunningen verkregen elk van 1,5 x 3 km dat wil zeggen 2 x 450 ha. De afmetingen van een winningsvergunning worden bepaald door de grootte van het ondergrondse gebied geprojecteerd op een horizontaal vlak, dat door de winning van aardwarmte wordt beïnvloed. In het vervolg zullen in de berekeningen deze afmetingen voor een winningsvergunning worden gehanteerd.

Bij een geothermie-bron worden een winningsput en een infiltratieput tot op een diepte van 1 à 2 km onder het maaiveld geboord (bij Van den Bosch 1700 meter diepte). In het eerste stuk van de boring lopen de winnings- en infiltratiebuis vlak langs elkaar door twee boorgaten op een korte onderlinge afstand (bij Van den Bosch ca. 8 meter). Vanaf een bepaalde diepte wordt de boorricting zodanig veranderd, dat de buizen uit elkaar gaan lopen. Hierdoor komen de winnings- en infiltratieput voldoende ver uit elkaar te liggen, terwijl vanuit één boorlocatie kan worden gewerkt (Figuur 3).



Figuur 3. Schematische weergave van een aardwarmtebron.

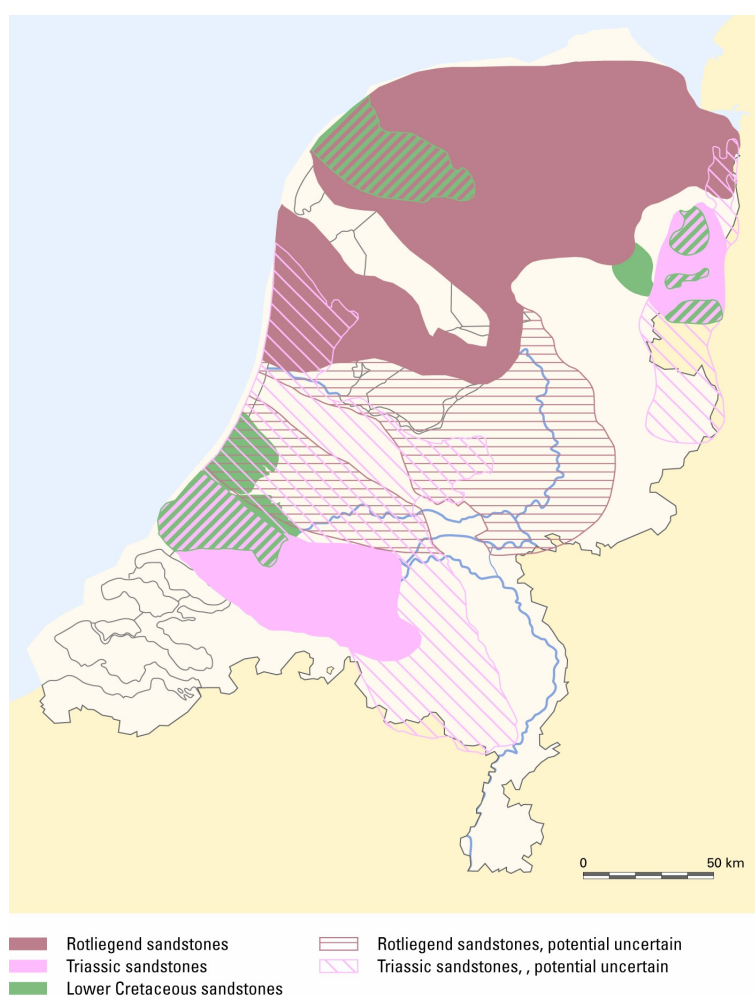
Bij Van den Bosch kunnen vanuit de eindpunten van de boringen cirkels met een diameter van 1,5 km getrokken worden die elkaar net raken. Deze cirkels bestrijken dan een gebied van ongeveer 3,0 x 1,5 km.

5.2 Gebieden met aardwarmte

Hoewel vrijwel overal in Nederland watervoerende lagen voorkomen, zijn deze lang niet allemaal geschikt voor de winning van aardwarmte. Van belang zijn de temperatuur van het formatiewater maar ook of de doorstroming (dikte en doorlatendheid van de watervoerende laag) groot genoeg is om de benodigde hoeveelheid formatiewater te produceren.

In de gebieden, die in Figuur 4 zijn aangeduid als Rotliegend sandstones, Triassic sandstones en Lower Cretaceous sandstones, komen ondergrondse structuren voor die in potentie geschikt zijn voor de winning van aardwarmte. In de berekeningen is er vanuit gegaan dat aardwarmtebronnen die worden geboord in deze gebieden, bij uitkoeling van het formatiewater tot 35 °C, een vermogen van minimaal 6 MW leveren bij een pompvermogen van maximaal 400 kW. In de gearceerde gebieden met witte achtergrond is de beschikbaarheid van aardwarmte onzeker.

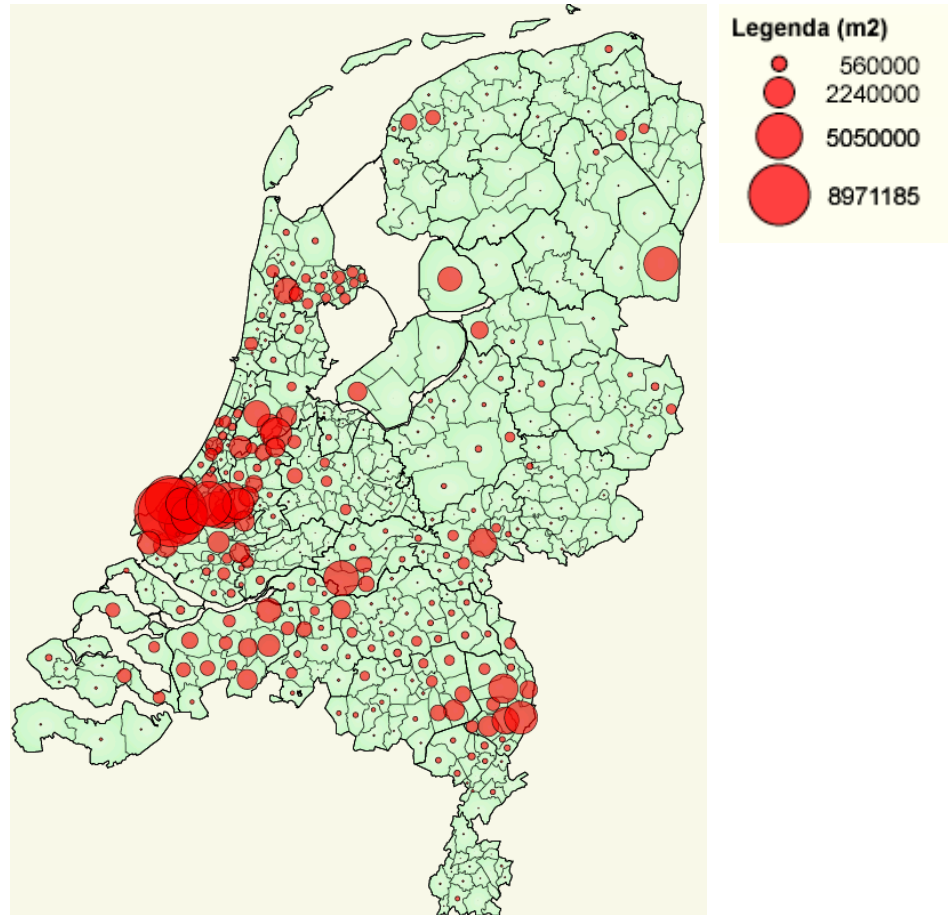
Op een aantal plaatsen komen twee ondergrondse lagen voor die in potentie geschikt zijn voor de winning van aardwarmte. Het is zeer goed denkbaar dat er uit beide lagen aardwarmte kan worden gewonnen. Met deze mogelijkheid van dubbele benutting is in het vervolg geen rekening gehouden, zodat de becijferde aardwarmtepotentiëlen (zie paragraaf 5.4 en 5.5) mogelijk nog iets groter kunnen worden als voor beide lagen aparte winningsvergunningen worden afgegeven.



Figuur 4. Potentiële aardwarmtegebieden in Nederland (Bron: TNO).

5.3 Gebieden met glastuinbouw

Uit CBS-gegevens kan worden opgemaakt hoe groot het areaal verwarmde tuinbouwkassen per Nederlandse gemeente is. De laatst beschikbare cijfers –uit 2003– zijn in Figuur 5 grafisch weergegeven.



Figuur 5. Arealen verwarmde glastuinbouw (2003) in Nederland per gemeente (Bron: CBS).

5.4 Aardwarmtepotentieel voor bedrijven als Van den Bosch

De gegevens uit de paragrafen 5.2 en 5.3 zijn gebruikt om te berekenen hoe groot het aardwarmtepotentieel in Nederland is bij toepassing op bedrijven met een omvang en bedrijfsvoering zoals bij Van de Bosch (7,25 ha vlees-tomaten). Daartoe zijn een aantal rekenstappen gemaakt waarbij een aantal vereenvoudigingen van de werkelijkheid zijn aangenomen met betrekking tot de vorm van de diverse gemeenten. De hier gebruikte methode geeft daarom slechts een indicatie van het potentieel in Nederland en pretendeert niet om absolute besparingscijfers te bepalen. De berekeningsmethoden zijn ter illustratie voor twee fictieve situaties en vervolgens aan de hand van twee daadwerkelijke gemeentes uitgewerkt.

Rekenstappen voor bepaling potentie van aardwarmte in Nederland:

1. op basis van CBS-gegevens (CBS, 2005 en 2007) is van alle 490 gemeentes (peildatum: 2003) het oppervlak (a) en het oppervlak van de verwarmde glastuinbouw vastgesteld (b); als dit oppervlak kleiner is dan 7,25 ha, wordt het gelijk gesteld aan nul;

2. aan de hand van de kaart van TNO (Figuur 4) en de CBS-gegevens is per gemeente een factor (c) vastgesteld. Deze factor is 0 bij gemeenten zonder aardwarmte en 1 als onder de hele gemeente aardwarmte voorkomt. Bij gemeenten die deels gelegen zijn op plaatsen met een geschikte ondergrond is een schatting gemaakt van het oppervlakteaandeel dat ligt in gebied met een geschikte ondergrond;
3. het verwarmde glastuinbouwareaal (b) is gecorrigeerd met factor $c \rightarrow (d)$
4. door deling van het oppervlak van elke gemeente (a) door de grootte van een concessie (450 ha) is het maximale aantal winningsvergunningen berekend dat per gemeente zou kunnen worden uitgegeven (e);
5. elke concessie heeft betrekking op een kas van 7,25 ha (f); uit vermenigvuldiging van (e) en (f) kan worden berekend hoe groot het kasareaal is dat correspondeert met het maximale aantal winningsvergunningen per gemeente (g);
6. vastgesteld wordt het minimum (h) van (d) en (g).

Voorbeeldberekening

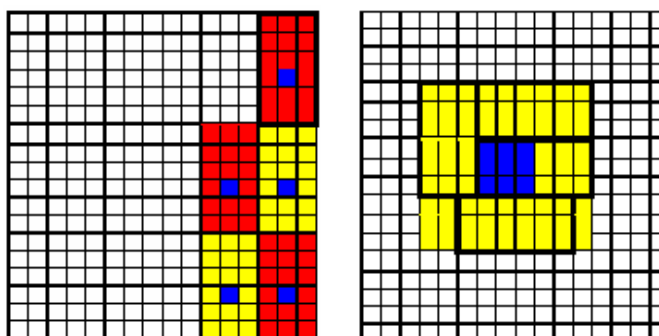
Situatie 1: Aantal concessies beperkend

- Stap 1: Stel het oppervlak van de gemeente A is 450 ha (=a). In de gemeente A is 40 ha (b) verwarmde glastuinbouw aanwezig.
- Stap 2: Stel dat onder het gehele oppervlak een laag ligt met potentieel winbare aardwarmte ($c=1$).
- Stap 3: Het gecorrigeerde oppervlak verwarmde tuinbouw is dan: $bxc= 40 \times 1 = 40$ ha.
- Stap 4: Binnen de gemeente past maximaal 1 winningsvergunningen (e) van 450 ha
- Stap 5: Met 1 winningsvergunning kan slechts 1 bedrijf van 7,25 ha (=g) van warmte worden voorzien.
- Stap 6: Het potentiële areaal op aardwarmte is dus slechts 7,25 ha (minimum van 7,25 en 40).

Situatie 2: Oppervlakte Tuinbouw beperkend

- Stap 1: Stel het oppervlak van de gemeente B is 4500 ha (=a). In de gemeente A is 40 ha (b) verwarmde glastuinbouw aanwezig.
- Stap 2: Stel dat onder het gehele oppervlak een laag ligt met potentieel winbare aardwarmte ($c=1$).
- Stap 3: Het gecorrigeerde oppervlak verwarmde tuinbouw is dan: $bxc= 40 \times 1 = 40$ ha.
- Stap 4: Binnen de gemeente passen maximaal 10 winningsvergunningen (e) van 450 ha
- Stap 5: Hiermee kunnen 10 bedrijven van 7,25 ha is 72.5 ha (=g) van warmte worden voorzien.
- Stap 6: Dit is echter meer glastuinbouw dan er in de gemeente aanwezig is, dus het potentiële areaal is dus slechts 40 ha (minimum van 72.5 en 40).

De bovenstaande wijze van berekenen gaat impliciet uit van een homogene verdeling van het kasareaal over het gemeenteoppervlak. Dit zal in werkelijkheid niet altijd het geval zijn, waardoor een overschatting van het aardwarmte-potentieel kan ontstaan, omdat de afstand tussen kassen en concessiegebied soms te groot zal zijn. Door er van uit te gaan dat alle kassen geconcentreerd zijn in één denkbeeldig vierkant gebied in het hart van de gemeente en de concessies niet verder dan 3 km (de grootste afmeting van een concessie van 1,5 x 3,0 km) buiten de rand van dit gebied reiken, kan een ondergrens van het potentieel bepaald worden. Ook deze ondergrens is berekend (aanduiding: verdeling geconcentreerd).



Links: Gelijkmatic verdeelde glastuinbouw (blauw): de gemeentegrens en het aantal concessies kan beperkend zijn.

Rechts: Geconcentreerde glastuinbouw: afstand tot aardwarmteconcessies kan beperkend zijn.

Het onafhankelijk zijn van aardgas is één van de aantrekkelijke kanten van de toepassing van aardwarmte als enige energiebron. Daarbij past geen eigen aardgasketel voor CO₂-voorziening, omdat de daarbij opgewekte warmte een ongunstige invloed heeft op de benutting van de aardwarmtebron. In de berekeningen is daarom uitgegaan van inkoop van CO₂.

Voorbeeldberekening 1: gemeente Bleiswijk (inmiddels onderdeel van Lansingerland)

Het oppervlak van de gemeente Bleiswijk is 2113 ha (=a). Onder het gehele oppervlak ligt een laag met potentieel winbare aardwarmte (c=1), daarin passen maximaal 4 hele winningsvergunningen (=e) van elk 450 ha (3 km bij 1,5 km).

In de gemeente Bleiswijk is op basis van de CBS gegevens 320 ha verwarmde glastuinbouw (=b) aanwezig.

Met 4 winningsvergunningen kunnen daarvan 4 bedrijven van 7,25 ha, dus totaal 29 ha (=g) van warmte worden voorzien.

Als alle verwarmde glastuinbouw in deze gemeente geconcentreerd zou zijn in een vierkant in het centrum van de gemeente, kan door schuin 0,75 km resp. 2,25 km naar buiten te boren, aardwarmte aangeboord worden in een gebied van 3 km rond het vierkant. Het totale gebied waarin dan aardwarmte aangeboord kan worden is dan 6069 ha. Dit is echter groter dan het totale gemeente oppervlak van 2113 ha, zodat hierdoor het oppervlak met potentieel winbare aardwarmte wordt begrensd op 2113 ha. De verdere berekening is nu hetzelfde als hierboven bij de homogene verdeling en komt ook uit op 29 ha.

Voorbeeldberekening 2: gemeente Zaltbommel

Het oppervlak van de gemeente Zaltbommel is 7994 ha (=a). Onder het gehele oppervlak ligt een laag met potentieel winbare aardwarmte (c=1), daarin passen maximaal 17 hele winningsvergunningen (e) van 450 ha.

In de gemeente Zaltbommel is 223 ha verwarmde glastuinbouw aanwezig. Met 17 winningsvergunningen kunnen 17 bedrijven van 7,25 ha, dat is totaal 123 ha (=g) volledig van warmte worden voorzien.

Als alle verwarmde glastuinbouw in deze gemeente ook geconcentreerd zou zijn in een vierkant in het centrum van de gemeente, kan door schuin 0,75 km resp. 2,25 km naar buiten te boren, aardwarmte aangeboord worden in een gebied van 3 km rond het vierkant. Het totale gebied waarin dan aardwarmte aangeboord kan worden is 5616 ha. Dit is kleiner dan het totale gemeente oppervlak van 7994 ha, zodat hierdoor het oppervlak met potentieel winbare aardwarmte wordt begrensd op 5616 ha. Hierin passen maximaal 12 hele winningsvergunningen van 450 ha. Met 12 winningsvergunningen kan 12 x 7.25 ha: totaal 87 ha van warmte worden voorzien. In dit geval neemt het aardwarmtepotentieel dus af bij geconcentreerde ligging.

Bij een rand van 3 km rond het geconcentreerde tuinbouwgebied is de totale boorlengte voor de aardwarmte-doubletten ongeveer 25% meer dan bij boringen waarbij de bedrijven gecentreerd liggen boven het concessiegebied. Dit brengt uiteraard meer kosten met zich mee. Daarom zijn ook een aantal berekeningen gemaakt waarbij is uitgegaan van een afstand van maximaal 1,5 km.

Daarbij zijn de effecten op bovenstaande voorbeeldgemeenten als volgt:

- Voor Bleiswijk blijkt er niets te veranderen: nog steeds kunnen 4 winningsvergunningen worden uitgegeven waarmee 4 bedrijven van 7,25 ha, dat is totaal 29 ha van warmte kan worden voorzien.
- Voor Zaltbommel zijn er door de deze beperking dan nog maar 4 in plaats van 12 winningsvergunningen mogelijk. Daardoor daalt het aantal bedrijven van 7.25 ha van 12 naar 4 zodat het areaal terugloopt van 87 naar 29 ha.

De resultaten van de berekeningen voor een homogene verdeling of concentratie en een gebied van 3 km of 1.5 km rond de concentratie, zijn weergegeven in Tabel 7. De waarde (h) is in deze tabel omschreven als verwarmde kassen op locaties met aardwarmte.

Tabel 7. Aardwarmtepotentieel in Nederland voor winningsvergunningen van 3,0 x 1,5 km en toepassing voor bedrijven zoals die van Van den Bosch.

verdeling		homogeen	geconcentreerd (met boringen in gebied van resp. 3 of 1.5 km rond concentratie)
verwarmde kassen op locaties met aardwarmte (h)	[ha]	2245	1 981 / 1118
aantal bedrijven van 7,25 ha passend binnen (h)	[]	310	274 / 154
besparing op aardgas t.o.v. gangbare tomatenkas ¹⁾	[miljoen m ³ per jaar]	1.102	972 / 549
besparing op aardgas t.o.v. tomatenkas met aanpassingen ¹⁾	[miljoen m ³ per jaar]	951	839/ 473

¹⁾ In deze besparing is het primaire energiegebruik van de bronpompen verdisconteerd.

Afhankelijk van de keuze voor de maximale rand rondom de tuinbouwconcentratie ligt aardwarmtepotentieel voor bedrijven van ruim 7 ha met elk een eigen aardwarmteconcessie van 450 ha tussen de 473 en 839 miljoen m³ aardgas per jaar. Dit is zeer aanzienlijk in vergelijking met het jaarlijkse energieverbruik van de glastuinbouwsector van 3,76 miljard m³ aardgas per jaar (in 2001; LEI 2004). De besparing op landelijk niveau komt daarmee dus uit tussen de 13 en 22%.

Wellicht ten overvloede: in de berekeningen wordt aangenomen dat het totale oppervlak van Nederlandse kassen die zijn gelegen in gebieden met aardwarmtepotentie, wordt ingenomen door kascomplexen met een warmtevraagpatroon zoals dat van Van den Bosch (tomatenbedrijf dat vergaande energiebesparingsmaatregelen heeft genomen) van 7,25 ha en elk met een aardwarmtebron van 6 MW. Kasarealen in gemeenten met in totaal minder dan 7,25 ha glastuinbouw worden niet meegerekend. In gemeenten met veel glastuinbouw wordt het potentieel begrensd door het maximale aantal winnings vergunningen dat binnen een gemeente past. Ook van belang is dat geen rekening is gehouden met aardwarmtewinning uit meerdere lagen op één locatie (zie paragraaf 5.2).

5.5 Aardwarmtepotentieel voor clusters als Berlikum

De berekening van het aardwarmtepotentieel voor clusters met een samenstelling zoals Berlikum is op dezelfde manier uitgevoerd als die voor bedrijven als Van den Bosch, dat wil zeggen voor een homogene verdeling of concentratie van de clusters en een gebied van 3 km of 1.5 km rond de eventuele concentratie. Daarbij zijn clusters gehanteerd met een omvang van 40 en 49 ha waarmee 95% of 98% van de aardwarmte per bron kan worden benut (zie 4.1). De resultaten zijn weergegeven in Tabel 8.

Tabel 8. Aardwarmtepotentieel in Nederland voor winningsvergunningen van 3,0 x 1,5 km aan clusters zoals Berlikum.

verdeling	homogeen		geconcentreerd (met boringen in gebied van resp. 3 of 1.5 km rond concentratie)	
	49	40	49	40
clusteromvang [ha]				
verwarmde kassen op locaties met aardwarmte (h) [ha]	3 637	3 436	3 136 / 2989	3 080 / 2760
aantal clusters passend binnen (h) [-]	74	86	64 / 61	77 / 69
besparing op aardgas [miljoen m ³ per jaar]	459	515	396 / 377	461 / 413

De berekende potentiële aardgasbesparing valt voor de clustertoepassing lager uit dan bij uitgifte van winningsvergunningen aan individuele bedrijven als van Van den Bosch. De Bij clusters is weliswaar de benutting van elke aangesloten individuele aardwarmtebron hoger (namelijk 95-98%) maar op landelijk niveau wordt het potentieel nog meer beperkt door de vermindering van het aantal uit te geven concessies. Bij geconcentreerde clusters met een omvang van 49 ha (met een maximale individuele benutting van de aardwarmtebron van 98%) ligt de besparing op jaarbasis tussen de 10 en de 11%. Iets kleinere clusters van 40 ha leveren een potentiële besparing op jaarbasis van 11 tot 12%.

Wellicht ten overvloede: in deze berekeningen wordt uitgegaan van de veronderstelling dat het totale oppervlak van Nederlandse kassen die zijn gelegen in gebieden met aardwarmtepotentie, wordt ingenomen door kassenclusters als Berlikum (mix van onbelichte groentebedrijven met een gangbare bedrijfsvoering; dat wil zeggen een bedrijfsvoering die op geen enkele wijze is aangepast aan de toepassing van aardwarmte) van 40 of 49 ha en elk met een aardwarmtebron van 6 MW. Kasarealen in gemeenten met in totaal minder dan 40 respectievelijk 49 ha glastuinbouw worden daarbij niet meegerekend. In gemeenten met veel glastuinbouw wordt het potentieel begrensd door het maximale aantal winnings vergunningen dat binnen een gemeente past. Ook van belang is dat geen rekening is gehouden met aardwarmtewinning uit meerdere lagen op één locatie (zie paragraaf 5.2).

6. Conclusies

Rendabiliteit duurzame energieopties

Voor clusters van 50 ha met een aardwarmtebron van 8 MW en een bedrijfsvoering die op geen enkele wijze is aangepast aan aardwarmtegebruik zijn de jaarkosten voor aardwarmte 3 tot 7% lager dan die zonder Duurzame Energie als top-CO₂ wordt geproduceerd uit aardgas binnen de cluster. Bij inkoop van top-CO₂ zijn de kosten 13 tot 16% lager. De optie Warmtepomp + aquifer vormt samen met aardwarmte kostentechnisch een aantrekkelijk alternatief voor de gangbare vorm van energievoorziening zeker als top-CO₂ wordt ingekocht.

Een eerste grove kostenschatting voor een cluster met een energievoorziening met WK's gedimensioneerd op warmtevraag en teruglevering aan het openbare net laat zien dat de jaarkosten in dat geval vergelijkbaar zijn met die van een aardwarmtesysteem.

Aardgasbesparing Van den Bosch

Van den Bosch heeft een aantal energiebesparende maatregelen genomen om aardwarmte als enige warmtebron te kunnen gebruiken. De besparing die Van den Bosch op zijn bedrijf van 7,25 ha realiseert ten opzichte van een bedrijf met dezelfde omvang dat die maatregelen *niet* heeft genomen, is 3.550.000 m³ aardgas per jaar. Ten opzichte van een verder vergelijkbaar bedrijf dat de maatregelen *wel* genomen heeft is dat 3.060.000 m³ aardgas per jaar. In beide besparingscijfers is het primaire energiegebruik van de bronpompen verdisconteerd.

Aardgasbesparing in cluster Berlikum

De mate waarin de warmte van een aardwarmtebron wordt benut (de benuttingsgraad) wordt in belangrijke mate bepaald door de afzetmogelijkheden van warmte in perioden met een beperkte warmtevraag (kortweg zomer genoemd). De warmtevraag van niet belichtende groentebedrijven zonder aanvullende energiebesparende maatregelen, is zo groot dat een benuttingsgraad van 95% tot 98% kan worden gerealiseerd bij een clusteromvang van respectievelijk 40 ha en 49 ha. De bijbehorende besparing bedraagt in beide gevallen circa 6 miljoen m³ aardgas per jaar.

Aardwarmtepotentieel op landelijk niveau

Het aardwarmtepotentieel bij toepassing op individuele bedrijven van ruim 7 ha met elk een aardwarmtewinningsvergunning van 1,5 x 3,0 km en een 'eigen' bron, ligt globaal tussen de 470 en 839 miljoen m³ aardgas per jaar. Bij een jaarlijks energieverbruik van de glastuinbouwsector van 3,76 miljard m³ aardgas (in 2001; LEI 2004) ligt de besparing op landelijk niveau tussen de 13 en 22%. Bij deze schatting is er van uitgegaan dat alle verwarmde kassen in gebieden met aardwarmtepotentie een warmtevraagpatroon hebben wat vergelijkbaar is met het bedrijf van Van den Bosch en zijn aangesloten op een aardwarmtebron van 6 MW.

Het aardwarmtepotentieel op landelijk niveau bij koppeling aan clusters van glastuinbouwbedrijven van 40 tot 49 ha ligt globaal tussen de 375 en 460 miljoen m³ aardgas per jaar. Bij deze schatting is er van uitgegaan dat het oppervlak van kassen in gebieden met aardwarmtepotentie, wordt ingenomen door clusters van (niet belichtende) groentebedrijven die zonder aanvullende energiebesparende maatregelen ('Berlikum') en waarbij elke cluster beschikt over een aardwarmtebron van 6 MW.

Eindconclusie

Uit deze verkenning blijkt dat het aardwarmtepotentieel voor individuele bedrijven zoals die van Van den Bosch hoger ligt dan voor clusters als Berlikum. Gezien deze conclusie en de problematiek bij gezamenlijke energievoorziening in clusters (duurdere infrastructuur, onderlinge afstemming, lastigere procedures etc.) is de verwachting dat versnelling van de aardwarmte toepassing primair kan worden bereikt door ondersteuning en het faciliteren van toepassing op bestaande en nieuwe (grotere) individuele bedrijven. De verwachting is dat er bij dit beleid vooralsnog geen grote beperking zullen optreden als gevolg van 'concurrerende' aardwarmteboringen.

7. Referenties

CBS, 2005.

Landbouwtellingen; regionaal 1980-2003.

CBS, 2007.

Regionale Kerncijfers Nederland.

Knies, P. & J.C. Bakker, 2005a.

Aardwarmte als duurzame warmtebron in de glastuinbouw. A&F Rapport 322, Agrotechnology and Food Innovations, Wageningen.

Knies, P. & J.C. Bakker, 2005b.

Aardwarmte interessante energie-optie. Groenten & Fruit, week 24 2005.

Knies, P. & J.C. Bakker, 2005c.

Warmte putten uit diepe lagen. Vakblad voor de Bloemisterij 25, 2005.

Knies, P. & J.C. Bakker, 2005d.

Berekeningen t.b.v. kas van Van de Bosch bij toepassen van aardwarmte. Notitie Greenhouse Technology, 17 november 2005. Agrotechnology and Food Innovations, Wageningen

LEI, 2004.

Energieverbruik van de land- en tuinbouwbedrijven. Landbouw Economisch Instituut. 1994-2002.

Van den Bosch, 2007.

Persoonlijke mededelingen (3 mei 2007).

